

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Provozní hodnocení řídicího ústrojí automobilu

Operational Evaluation of Automobile Steering System

Student:

Jaroslav Kříž

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2009



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Provozní hodnocení řídicího ústrojí automobilů

Operational Evaluation of Automobile Steering Systems

Student: Jaroslav Kříž
Studijní obor: 2301R002 Dopravní technika
Pracoviště: Institut dopravy - 342

Zásady pro zpracování:

1. Úvod.
2. Analýza ovládání vozidel, říditelnost.
3. Technická řešení řídicích ústrojí.
4. Provozní hodnocení.
5. Závěr.

Pokyny pro zpracování:

Rozsah práce: min. 30 stran textu mimo přílohy

Cíl práce: Cílem práce je vykonat provozní hodnocení řídicího ústrojí automobilů.

Seznam doporučené literatury:

MATĚJKA, R. *Vozidla silniční dopravy I.*, Alfa Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7

MATĚJKA, R. *Vozidla silniční dopravy II.*, Alfa Bratislava, 1994, ISBN 80-7100-074-4

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Datum zadání bakalářské práce:

24. září 2008

Datum odevzdání:

22. května 2009

Akademický rok:

2008/2009





doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

ředitel ID



prof. Ing. Radim Farana, CSc.

děkan FS

V Ostravě dne 23. září 2008

Anotace bakalářské práce

KŘÍŽ, J. Provozní hodnocení řídicího ústrojí automobilů. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – technická univerzita Ostrava, 2009,...s. Bakalářská práce, vedoucí: Richtář M.

Bakalářská práce se zabývá provozním hodnocením řídicího ústrojí automobilů. V úvodu je popsána řiditelnost vozidla a jeho geometrie. Následuje popis jednotlivých částí řízení automobilů, popis jednotlivých druhů posilovačů. V druhé polovině práce se popisuje řízení všemi koly a aktivní systém řízení. Závěrečná část práce se věnuje provoznímu hodnocení řízení, kde se porovnávají skutečné a udávané vnitřní a vnější stopové průměry. Následuje vyhodnocení měření.

Annotation of bachelor work

Kříž, J. Operating assessment of cars steering units. Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB - Technical University of Ostrava Bachelor work supervisor : Richtář M.

Bachelor work is concerning to operating assessment of cars steering units. Introduction describes car's steer ability and wheel alignment. After introductions is following description of car's steering parts and description of several types of servo steering. Second part bachelor work describes four wheel steering and active system of steering. Final part of work focus on operating assessment of steering, where the real and theoretical trace diameters are compared in evaluation worksheet.

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.

- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

Obsah bakalářské práce:

Úvod	9
1. Řiditelnost vozidla	10
2. Geometrie řízených kol	14
2.1 Úhel odklonu kola	14
2.2 Příklon rejdové osy	15
2.3 Poloměr rejdu	15
2.4 Záporný poloměr rejdu	15
2.5 Záklon rejdové osy	16
2.6 Úhel sbíhavosti	16
3. Části řízení	17
3.1 Kulové klouby	17
3.2 Řídicí tyče	17
3.3 Sloupky a hřídele řízení	17
3.4 Převodky řízení	18
3.4.1 Převod se šroubem a maticí	18
3.4.2 Šnekové řízení	18
3.4.3 Hřebenové řízení	19
4. Posilovače řízení	19
4.1 Hydraulické servořízení	19
4.2 Elektrohydraulické servořízení	20
4.3 Elektronické servořízení	21

5. Řízení všemi koly	23
6. Aktivní řízení	24
7. Kontrola řízení a náprav	25
8. Provozní hodnocení	26
8.1 Místo měření	26
8.2 Postup měření	27
8.3 Tabulky s hodnotami	33
9. Závěr	34
10. Seznam použité literatury	35

Úvod

Z hlediska bezpečnosti silničního provozu je řízení stejně důležité jako brzdy vozidla. Oba systémy musí pracovat naprosto spolehlivě a bez závad. Jakákoliv porucha může způsobit i těžkou havárii. Řízení nám slouží k udržování nebo ke změně směru jízdy vozidla. Hlavním požadavkem řízení je, aby se kola v zatáčkách odvalovala a nesmýkala se a potřebná ovládací síla k řízení vozidla byla co nejmenší. Motorová vozidla jsou řízena natáčením předních kol kolem rejdového čepu (tzn.: osy řízení). Řízení zadních kol se využívá u některých pracovních strojů, dlouhých návěsů a také v minulosti se to využívalo u kloubových autobusů značky Ikarus. Řízení celou nápravovou se využívá u nákladních přívěsů, natáčení vozidla vůči sobě. V současnosti se začíná užívat u osobních automobilů řízení všemi koly.

1. Řiditelnost vozidla

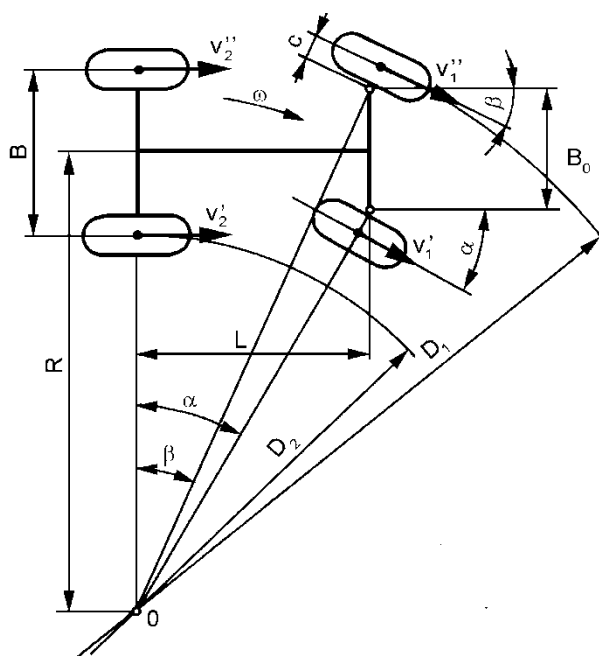
Chceme-li, aby při zatáčení dvounápravového vozidla docházelo k ideálnímu odvalování kol, musí vektory rychlostí pohybu kol ležet ve středních rovinách rotace kol. K tomu dojde v případě, že se osy rotace všech vozidlových kol protínají na ose, okolo které vozidlo zatáčí. Řídíme-li kola přední nápravy, potom lze tuto podmínku splnit jen v případě, že osa zatáčení vozidla protíná osy rotace zadních kol a tedy, že v půdorysném průmětu leží teoretický střed zatáčení O na ose zadních kol.

Přední kola se pak musí natočit o úhly α a β tak, aby jejich osy rotace procházely v půdorysu teoretickým středem zatáčení.

$$\cot g\alpha = \frac{R - \frac{B_0}{2}}{L}$$

$$\cot g\beta = \frac{R + \frac{B_0}{2}}{L}$$

kde B_0 je rozchod mezi osami rejdivých čepů.



Zatáčení dvounápravového vozidla s rejdivnými koly

Z předchozích dvou rovnic můžeme vyjádřit závislost mezi natočením vnitřního a vnějšího rejdivného kola ve tvaru:

$$\cot g\beta - \cot g\alpha = \frac{B_0}{L}$$

Uvedené podmínky pro natočení kol do rejdu se nazývají podmínkami Ackermannovými. Tyto podmínky však platí přesně jen v případě, že osy rejdivých

čepů jsou kolmé k rovině vozovky, střední roviny kol jsou kolmé k vozovce a vozidlo jede velmi pomalou rychlostí, kdy můžeme zanedbat vliv směrových úchylek.

Velikost teoretického poloměru zatáčení R při řízení vozidla rejdovnými koly vyplývá z této rovnice:

$$R = L \cdot \cot g \alpha + \frac{B_0}{2}$$

$$R = L \cdot \cot g \beta - \frac{B_0}{2}$$

Přibližně lze teoretický poloměr zatáčení určit tímto vztahem

$$R \cong L \cdot \cot g \alpha_s$$

kde α_s je střední úhel natočení obou rejdovných kol:

$$\alpha_s = \frac{\alpha + \beta}{2}$$

Ze situace znázorněné na obrázku je možné vyjádřit ještě další parametry vozidla, které dávají celkový přehled o vlastnostech vozidla z hlediska zatáčení.

Vnější stopový průměr zatáčení D_1 je podle dan vztahem:

$$D_1 = 2 \left(\frac{R_{\min} + \frac{B_0}{2}}{\cos \beta_{\max}} + c \right) = 2 \left(\frac{L}{\sin \beta_{\max}} + c \right)$$

vnitřní stopový průměr zatáčení D_2 je pak

$$D_2 = 2 \left(R_{\min} - \frac{B_0}{2} \right) = 2(L \cdot \cot g \alpha_{\max} - c)$$

a šířka jízdního pruhu potřebného pro dráhy kol v zatáčce o minimálním poloměru je:

$$H = \frac{D_1 - D_2}{2} = L \left(\frac{1}{\sin \beta_{\max}} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_{\max}} \right) + 2c$$

Je známo, že převážná většina kolových vozidel je řízena natáčením rejdových kol přední nápravy.

Řízení vozidla zadní nápravou: je to sice možné, ale tento způsob řízení přináší řadu nevýhod.

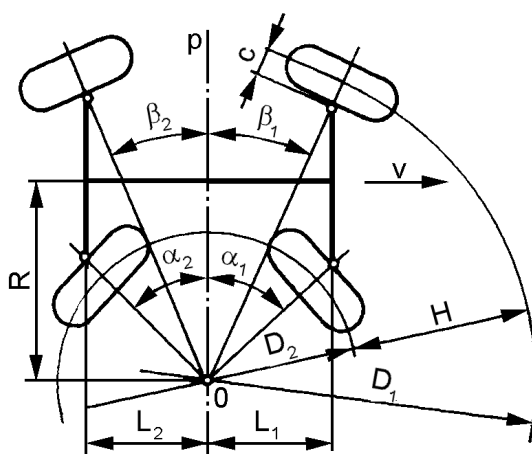
U speciálních vozidel, se někdy vozidlo řídí všemi koly. Kola se natáčí do rejdu tak, aby se jejich osy rotace protínaly na ose zatáčení O. Průmět osy zatáčení do půdorysu leží na tzv. pólové přímce „p“, umístěné mezi oběma nápravami.

Dá se snadno dokázat, že z hlediska ideálního odvalování kol v zatáčce jsou vztahy mezi natočením jednotlivých kol do rejdu, za předpokladu stejného rozchodu kol obou náprav, určeny rovnicemi

$$\cot g\beta_1 - \cot g\alpha_1 = \frac{B_0}{L_1} \quad ; \quad \cot g\beta_2 - \cot g\alpha_2 = \frac{B_0}{L_2}$$

$$\frac{\cot g\alpha_1}{\cot g\alpha_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

kde parametry L_1 , L_2 vyjadřují vzdálenost pólové přímky od jednotlivých náprav vozidla.



Řízení dvounápravového vozidla všemi koly

Velikost poloměru zatáčení je pak dána např. vztahem:

$$R = L_1 \cdot \cot g\alpha_1 + \frac{B_0}{2} = L_1 \cdot \cot g\alpha_{s1}$$

Z obrázku je zřejmé, že kola zadní nápravy se natáčí na opačnou stranu než kola nápravy přední. Leží-li pólová přímka uprostřed mezi nápravami, potom jedou zadní kola ve stopě vyjeté předními koly, což je výhodné z hlediska velikosti odporů valení

při jízdě v terénu. V tomto případě $L_1 = L_2 = L/2$ a poloměr zatáčky se stopovými poloměry zatáčení jsou pak dány vztahy:

$$R = \frac{L}{2} \cdot \cot g \alpha_s$$

$$D_1 = \frac{L}{\sin \beta_{1 \max}} + 2c \quad ; \quad D_2 = \frac{L}{\sin \alpha_{1 \max}} - 2c$$

Šířka jízdního pruhu potřebného pro dráhy kol v zatáčce o minimálním poloměru je pak:

$$H = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{L}{2} \left(\frac{1}{\sin \beta_{1 \max}} - \frac{1}{\sin \alpha_{1 \max}} \right) + 2c$$

Ze srovnání vztahů vyplývá, že u vozidla se stejným rozvorem náprav i rozchodem kol lze při řízení oběma nápravami dosáhnout při srovnatelném natočení kol do rejdu zhruba polovičního poloměru zatáčení oproti vozidlu s řízenou jen jednou nápravou.

Z rovnic rovněž vyplývá, že vozidlo s oběma řízenými nápravami potřebuje pro zatáčení užší jízdní dráhu. Nevýhodou tohoto způsobu řízení je však složitější rejdivé ústrojí, které spojuje jednotlivá rejdivná kola.

Některá současná osobní vozidla používají řízení všemi koly, které je založeno na jiném principu, hlavně z hlediska významu pro vlastnosti vozidla. Výše popsany způsob řízení všemi koly má význam hlavně ve zlepšení manévrovacích schopností speciálních vozidel, pro které je také hlavně určen. Systém řízení všemi koly používaný u moderních osobních vozidel má význam hlavně ve zlepšení jízdních vlastností vozidla z hlediska bezpečnosti. U tohoto systému se kola zadní nápravy natáčejí pouze o malý úhel v poměru k natočení předních kol. Poměr natočení zadních a předních kol není stálý a mění se v závislosti na velikosti úhlu natočení předních kol. Od určité velikosti natočení předních kol, nebo také rychlosti vozidla se zadní kola začnou natáčet v souhlasném směru. Tento způsob má hlavní výhodu v tom, že při velkých úhlech natočení předních kol (malá rychlost jízdy) zlepšuje protisměrné natáčení zadních kol manévrovací schopnosti například při parkování. Při malých úhlech natočení předních kol (velká rychlost jízdy) zlepšuje stejnosměrné

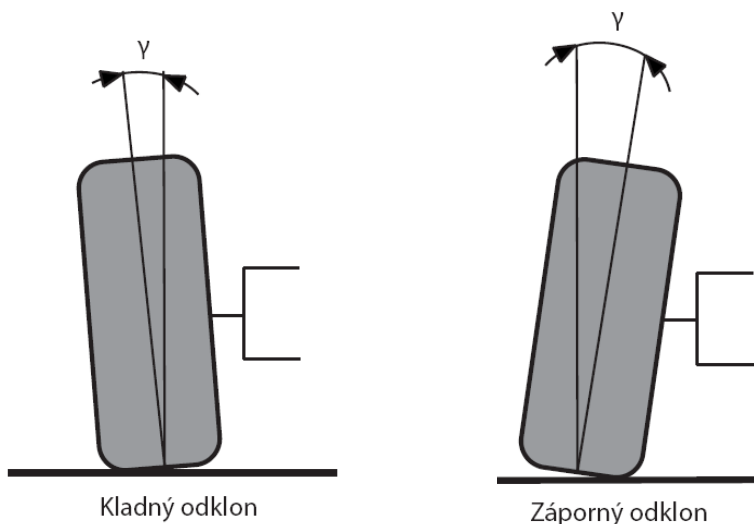
natáčení zadních kol stabilitu vozidla například při předjíždění nebo průjezdem zatáčkou.

2. Geometrie řízených kol

-slouží nám, aby se kola mohla při zatáčení i při zatáčení i při přímé jízdě odvalovala a řízení bylo lehké, stabilní a přesné, mají řízená kola a rejdové osy určité geometrické odchylky od svislé roviny.[Vlk, 2003] Veličiny, které měříme, jsou: úhel odklonu kola, příklon rejdové osy, poloměr rejdu, záklon rejdové osy, závlek a úhel sbíhavosti.

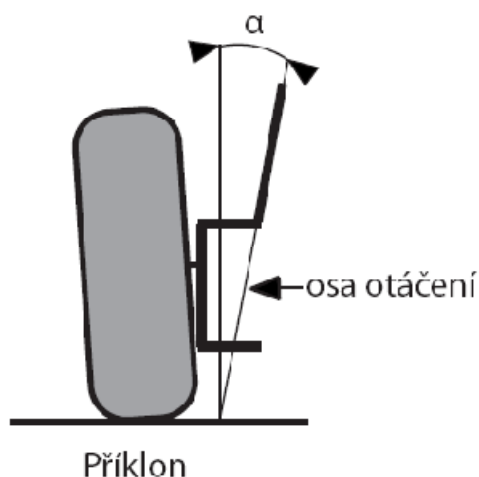
2.1 Úhel odklonu kola

-je to sklon střední roviny kola vůči svislé ose vozidla je-li uvažován kladně, jestliže se kolo naklání vrchem vně vozidla a pokud záporně tak se kolo naklání dovnitř. U předních kol osobních automobilů při obsazení 2 až 3 osobami je vhodný nepatrný malý kladný odklon, aby se pneumatiky odvalovaly po mírně klenuté vozovce kolmo a tím vznikalo stejné opotřebení pneumatiky. V některých případech se z lepšího bočního vedení pneumatik v zatáčkách volí odklon nulový.



2.2 Příklon rejdové osy

Je to průmět úhlu sevřeného rejdovou osou a svislicí do roviny rovnoběžné s příčnou rovinou vozidla [Vlk, 2003]. Příklony rejdové osy se nám liší podle druhu nápravy. U tuhé nápravy je rejdová osa stejná s osou rejdového čepu. Lichoběžníková náprava u osobních automobilů rejdový čep nevnímá a rejdová osa je dána spojnicí středu horního a spodního kulového čepu. U nápravy McPherson je rejdová osa dána spojnicí středu horního a spodního závěsného ložiska a středu spodního kulového čepu uloženého v příčném rameni. Příklon nám slouží k samočinnému vracení řízených kol do přímého směru [Vlk, 2003]. Vlivem příklonu také dochází při natáčení řízených kol k jejich zvedání. Síla k tomu nutná musí být vynaložena při natáčení volantů. Při uvolnění volantu po zatáčení tlačí zatížení přední nápravy přední kola do přímé polohy a to účinkem síly vratného momentu. Při vychýlení kola vzniká vratná moment předních kol.



2.3 Poloměr rejdu

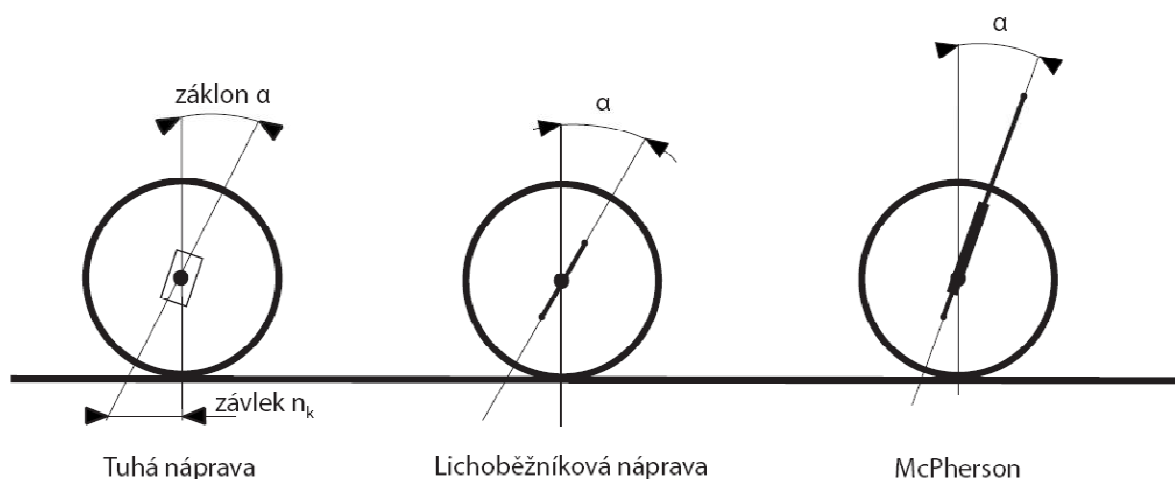
Je to vzdálenost mezi průsečíkem rejdové osy s rovinou vozovky a středem styku pneumatiky, promítnutá do roviny rovnoběžné s příčnou rovinou vozidla [Vlk, 2003].

2.4 Záporný poloměr rejdu

Má stabilizující účinek na řízení tzn., že řidič při nesouměrném brzdění vlivem rozdílného povrchu vozovky nebo vlivem rozdílných brzdných sil vlevo a vpravo nemusí měnit natočení předních kol.

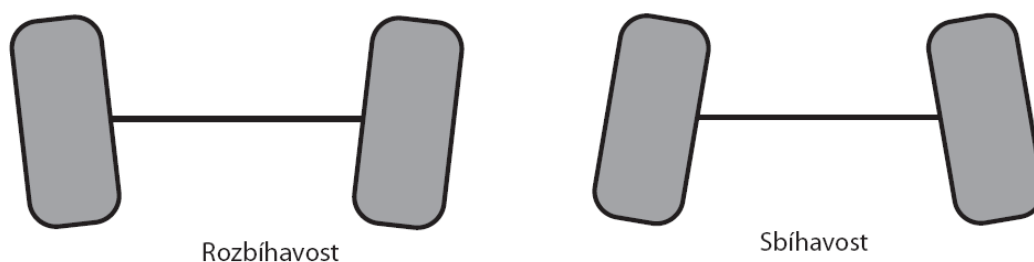
2.5 Záklon rejdové osy

Je průmět úhlu sevřeného rejdovou osou a svislicí do roviny rovnoběžné s podélnou rovinou vozidla. Máme buď kladný záklon, je-li rejdová osa skloněna vzad. Záporný záklon, je-li skloněna vpřed. Závlek je vzdálenost mezi průsečíkem rejdové osy s rovinou vozovky a středem styku pneumatiky, promítnutá do roviny rovnoběžné s podélnou rovinou vozidla. Účinkem závleku je, že vzniká vratný moment, díky kterému se kolo natáčí do přímého směru.



2.6 Úhel sbíhavosti

Je to průmět úhlu mezi podélnou osou vozidla a střední rovinou kola do roviny vozovky. Kolo je sbíhavé, je-li přední část kola přikloněna k podélné ose vozidla a rozbíhavé pokud je odkloněna. Účelem sbíhavosti kol je, aby se kola při přímé jízdě odvalovala paralelně. U automobilů s předním pohonem je lepší aby měla rozbíhavost. Velká sbíhavost má za následek opotřebení vnější části pneumatik.



3. Části řízení

Řízení se skládá z volantu, hřídele řízení, převodky řízení, řídících tyčí a kulových kloubů. Volant je našroubován na hřídeli řízení a jeho pohyb je přenášén na převodku.

3.1 Kulové klouby

Ke spojení jednotlivých částí mechanismu řízení (tyčí, táhel) se používají kulové klouby. V dřívější době se používaly klouby mazané, které se již dnes používají jen na řídících tyčích, které jsou vystavovány nadměrnému znečišťování (zemědělské a stavební stroje). V dnešní době se převážně používají kulové klouby, které nevyžadují údržbu.

3.2 Řídící tyče

Spojují u nezávislého zavěšení kol hlavní páku řízení s řídícími pákami. Nejčastější provedení řídící tyče, je tyč, která má dva klouby a mezi nimi leží přímá tuhá trubka. Ta má na jedné straně levotočivý závit a na druhé straně je pravotočivý závit. To je z důvodu, abychom stejnsměrným otáčením středního dílu dosáhli, že na obou stranách kol lze plynule nastavit sbíhavost. Konstrukce řídících tyčí se nám liší podle druhu řízení a také podle typu vozidla.

3.3 Sloupky a hřídele řízení

Jsou tvořeny krycí trubkou hřídele volantu, která je spojena s karosérií a hřídelem volantu ten spojuje volant s převodkou řízení. Hřídel volantu nám slouží k přenosu ovládacího momentu, tudíž musí být hřídel tuhá na krut. Většinou ke zmenšení neklidu řízení a k izolaci hluku musí mít spojovací prvek v malém rozmezí určitou poddajnost. K zajištění pasivní bezpečnosti mívá dělený hřídel volantu určitou část z děrované trubky, která při nárazu může vybočit, a to jak při nárazu na převodku, tak při nárazu tělem na volant. Druhá možnost k zajištění pasivní bezpečnosti je, že při čelním nárazu se deformuje hlava volantu, zatímco spodní část kloubového hřídele volantu se spolu s převodkou sklápí a jeho střední část se posouvá. Třetí možnost

k zajištění bezpečnosti je teleskopický bezpečnostní hřídel volantu. Horní díl hřídel je tvořen trubkami, které se mohou při nárazu do sebe zasouvat.

3.4 Převodky řízení

Slouží nám ke změně otáčivého pohybu volantu na řídící pohyb předních kol.

Největší část celkového převodu řízení je dána převodkou řízení, malý převod má také ještě mechanismus řízení. Změna převodu může také vzniknout v převodce řízení nebo také změnou geometrie řídícího mechanismu při řízení. Velikost převodu řízení nám ovlivňuje řídící síly a řídící pohyby.

Rozdělení převodek řízení:

- převodka s posuvným pohybem (hřebenové řízení)
- převodka s otočným pohybem (šroub s maticí, šnek s kolíkem)

Jednotlivé druhy převodek:

3.4.1 Převod šroubem a maticí

Spodní konec hřídele volantu má šroubovitý tvar a je na něm posuvně uložena matice. Ta je zajištěna proti otáčení tzn., že při natáčení volantu koná matice posuvný pohyb. Tento pohyb je přenášen na hlavní páku řízení. Matice může být ocelová vylitá kompozicí, nebo je bronzová. Ta nese na sobě čep, který zasahuje do otvoru v hlavní páce řízení. Tento typ převodky řízení se v dnešní době vzhledem k vysokému tření součástí se používá jen pro pomalá vozidla, jako jsou např. traktory.

3.4.2 Šnekové řízení

Má na konci hřídele vřeteno se šnekem. Převod je zajištěn segmentem provedení šnekového kola otočně uloženým na čepu a spojeným s hlavní pákou řízení. Používalo se jej u starších vozidel, v dnešní době se nepoužívají. Také tento typ převodky má velké tření, a aby se tomu zamezilo, tak se používalo řízení jednopalcové šnekové nebo převod se šnekem a kladkou.

3.4.3 Hřebenové řízení

Tento převod řízení s pastorkem a ozubenou tyčí je relativně jednoduchým, prostorově nenáročným provedením převodky řízení. Také z tohoto důvodu se používá v dnešní době téměř u všech automobilů. Pastorek na spodním konci hřídele posouvá při otáčení volantu ozubenou tyč, která má obvykle kruhový průřez. Oba prvky jsou k sobě přitlačovány pružinou, takže nevzniká vůle v řízení. Posuvný pohyb ozubené tyče je převáděn řídícími tyčemi na řídící páky kol. Vzhledem ke kompaktnosti konstrukce, u které nejsou žádné dlouhé tyče namáhané na ohyb, je hřebenové řízení velmi tuhé.

4. Posilovače řízení

V současnosti je řízení automobilů vybaveno také posilovačem, což je pomocné zařízení podporující lidskou sílu. Síla potřebná k řízení je od svalů řidiče a zdroje energie přiváděna současně.

V současném trendu se používají tyto typy posilovačů:

- a) hydraulické servořízení
- b) elektrohydraulické servořízení
- c) elektrické servořízení

4.1 Hydraulické servořízení

Zde se přenos energie provádí hydraulicky. Zdrojem energie je zde lamelové čerpadlo, které zajišťuje tlak oleje a ten nám zajišťuje posilující účinky.

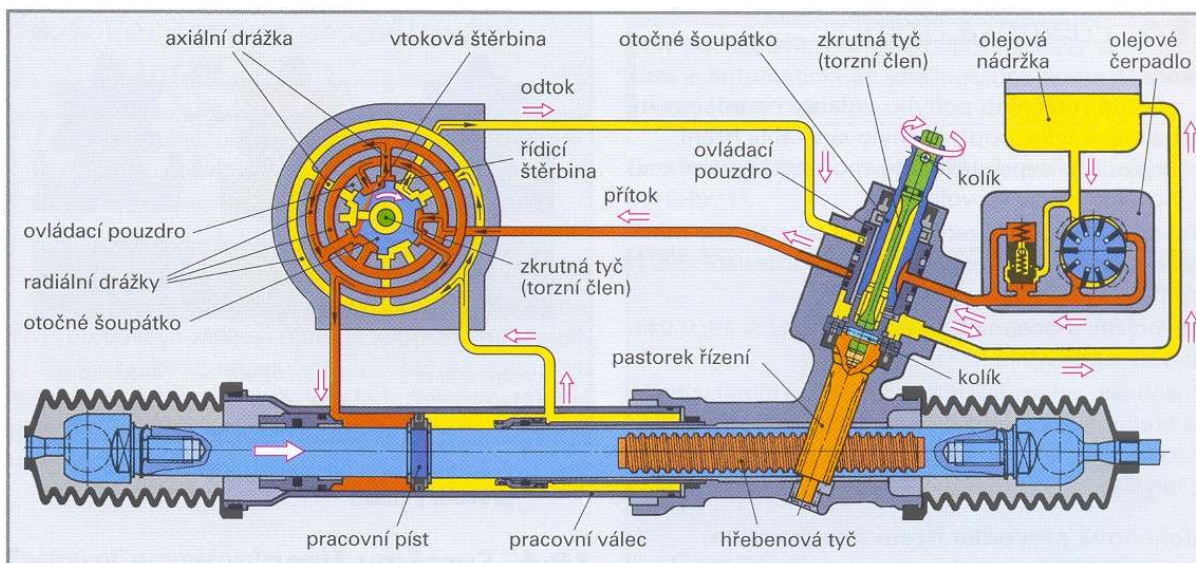
Základní části hydraulického servořízení:

- lamelové čerpadlo s ventilem pro omezování průtoku tlaku oleje
- převodka servořízení s mechanickým hřebenovým řízením, řídící ventilem a pracovním hydraulickým válcem
- zásobní nádobka s hydraulickým olejem

- spojovací vedení

Princip činnosti

Čerpadlo nám obstarává potřebný tlak a pracuje jako dvoukomorové. Při otáčení volantů se mění objem komor vytvořených vždy dvěma sousedními lištami a úsečí funkční plochy dutiny. Tímto je dosaženo, že olej při rotaci hřídele je nasáván a na opačné straně je vytlačován. Čerpadlo je poháněno od klikové hřídele, tudíž při vypnutí chodu motoru je nutná mnohem větší síla k otáčení volantů, jelikož posilovač je mimo provoz.



Hřebenové řízení s hydraulickým posilovačem s otočným šoupátkovým ventilem při pravém dorazu

4.2 Elektrohydraulické servořízení

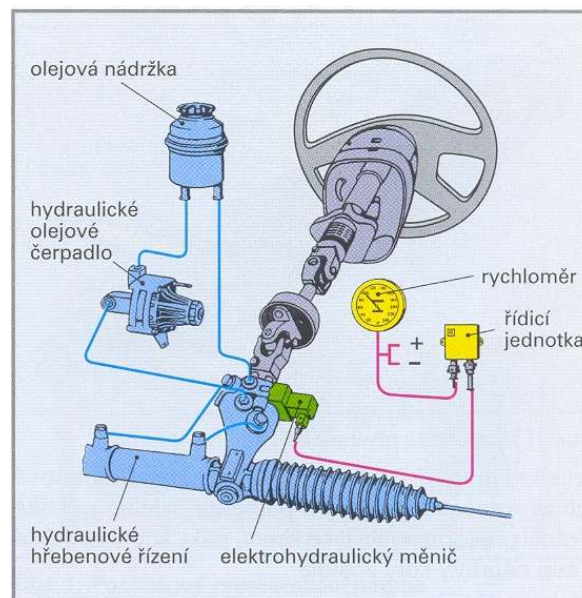
U tohoto servořízení není čerpadlo pro posilující účinek poháněno od klikové hřídele motoru, ale elektromotorem. Tím nám vzniká výhoda, že velikost ovládacích sil je možno měnit podle naprogramované charakteristiky v závislosti na rychlosti jízdy. Při nízké rychlosti nebo parkování je velká posilující síla, při velké rychlosti je malá posilující síla.

Základní části elektrohydraulického servořízení

- převodka servořízení

- snímač servořízení
- zásobní nádobka
- řídicí jednotka servořízení
- motor čerpadla
- zubové čerpadlo

Tento typ servořízení pracuje obdobně jako hydraulické servořízení. Výhodou elektrohydraulického servořízení je, že zrychluje reakční dobu, zaručuje ovládání vozu a také se nám posilující účinek mění v závislosti na rychlosti vozidla.



Elektrohydraulické řízení

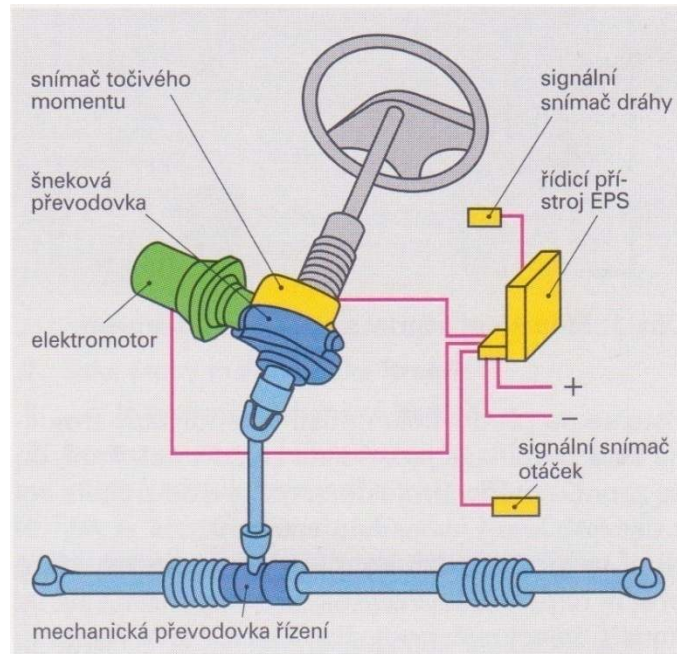
4.3 Elektrické servořízení

Je to elektrický posilovač řídicího ústrojí s elektronickou řídicí jednotkou, obsahuje malé zařízení, které je zabudované do sloupku řízení. Výhodou tohoto systému je, že zde odpadá použití hydraulické kapaliny. Také se zde míra posílení mění v závislosti na rychlosti vozidla. Posilován je zde i návrat volantů do střední polohy.

Základní části elektrického servořízení

- elektromotor

- redukční převodovka
- snímače
- elektronická řídicí jednotka



Systém řízení elektrického servořízení

Elektrické servořízení (EPS) se dělí na další tři druhy

- Servořízení C-EPS
- Servořízení P-EPS
- Servořízení R-EPS

Servořízení C-EPS

-toto servořízení je zabudováno do sloupku řízení vozidla.

Princip činnosti

Mezi volantem a elektrickým servořízením je měřen úhel natočení volantu a moment na volantu a mezi redukční převodovkou a převodovkou řízení je měřen moment v řízení [Vlk, 2006]. Tyto informace jsou přiváděny do řídicí jednotky, ta je převádí na algoritmy řízení. Pomocí speciálního softwaru nám řídicí jednotka určí stupeň posílení a dynamické chování.

Servořízení P-EPS

-servořízení je zabudováno do převodky řízení, pohánějí redukcí převodovku elektromotorem.

Servořízení R-EPS

-kompaktní zařízení, které je zabudováno do převodky řízení, kterou pohání ozubenou tyč přes redukcí převodovku elektromotor.

5. Řízení všech kol

Toto řízení se používá u více nápravových nákladních automobilů, zemědělské techniky a stavebních strojů. V 80 letech minulého století se začalo toto řízení používat i u osobních automobilů.

Požadavkem na tento druh řízení bylo zlepšení manévrovatelnosti (nesouhlasné řízení) a zvýšení jízdní stability (souhlasné řízení). Proto bylo nutné nalézt takové technické řešení, které by odpovídalo těmto daným požadavkům.

Podle směru natáčení kol máme dva druhy řízení všech kol:

- a) Nesouhlasné řízení – zadní kola jsou natáčena v opačném smyslu než kola přední, což má za následek snazší manévrování (parkování) s vozidlem při nižších rychlostech jízdy vozidla.
- b) Souhlasné řízení – zadní kola jsou natáčena ve stejném smyslu jako kola přední, tím se zlepšuje jízdní stabilita např. při změně jízdního pruhu, průjezdem zatáčky ve vysoké rychlosti.

Nové generace aktivních řídicích systémů, rozlišuje potřebu řízení zadních kol kvůli směrové stabilitě nebo od potřeby řízení při trvalém zatížení [Vlk, 2006] Aktivní systémy 4WS jsou konstrukčně a finančně nákladné. Systémy musí být také informovány o aktuální rychlosti vozidla.

Možnosti ovládání natočení zadní nápravy:

a) Hydraulicky - tento systém využívá automobilka Nissan

Systém se skládá ze dvou hydraulických válců, které působí na uložení kyvadlové úhlové nápravy a natáčí zadními koly ve stejném smyslu jako jsou natáčena kola přední. Úhel natočení zadních kol je $\pm 0,5^\circ$. Pokyn k natočení zadních kol dává čidlo příčného zrychlení, bez ohledu na natočení volantu. Při menších rychlostech další hydraulický válec natáčí zadní kola nesouhlasně vůči předním kolům a to maximálně o úhel 7° .

b) Elektrohydraulicky - tento systém byl využíván u vozu Mazda 626

Řízení zadních kol je regulováno podle rychlosti jízdy ta je snímána a vyhodnocována elektronikou. Pro lehkou manévrovatelnou jsou kola až do rychlosti 35 km/h řízena nesouhlasně. Při vyšších rychlostech je řízení všech kol souhlasné, při zvyšování rychlosti je vychylování zadních kol menší. Tento systém je složitější na konstrukci než systém automobilky Honda.

c) Elektricky - na rozdíl od hydraulického systému je ovládání všech kol elektromechanické.

O řízení zadních kol se stará elektronická jednotka, ta dostává informace o rychlosti vozidla a úhlu natočení volantu. Po zpracování těchto signálů jednotka dá příkaz k natočení zadních kol.

Tento druh ovládání zadní nápravy má tyto výhody: využívá se zde stejné médium pro zpracování signálu a akční okruh, je zde také menší spotřeba energie, odpadají zde netěsnosti systému, systém zde neobsahuje hydraulické vedení k zadní nápravě, je zde možnost provést zkoušky před montáží na vozidlo.

6. Aktivní řízení

Dnešní trend vývoje automobilové techniky míří k elektronicky řízeným systémům bez mechanické vazby. Systém aktivního řízení v dnešní době využívají automobilky např. BMW.

Současné bezpečnostní předpisy EU vyžadují u automobilu mechanické spojení mezi volantem a koly automobilu. Touto podmínkou je použití čistých systému Steer by Wire zatím vyloučeno. Používaný systém aktivního řízení se nazývá ZF Lenksysteme, který byl vyvinut ve spolupráci s automobilkou BMW.

Hlavní částí konstrukce tohoto aktivního mechanismu je nadřazená převodovka. K této převodovce byla do sloupku řízení vložena planetová převodovka se dvěma vstupními hřídelemi a jednou výstupní hřídelí. Jedna vstupní hřídel je spojena s volantem, druhá pohání elektromotor přes šnekovou převodovku jako převodový stupeň. K tomu je zapotřebí software, který zpracovává signály s čidel, řídí elektromotor a hlídá celý systém řízení. Nadřazená převodovka a elektromotor umožňují zasahovat do mechanismu řízení na přední nápravě nezávisle na řidiči. V závislosti na režimu jízdy může být úhel řízení na kolech větší nebo menší, než je nastaví řidič volantem. Pokud je elektromotor v klidu, tak v mechanismu řízení působí volant přímo na kola.

Aktivní řízení nám automaticky přizpůsobuje převod řízení dle aktuální rychlosti vozidla. V nižší rychlosti je převod menší a usnadňuje nám parkování a zatáčení v městském provozu. Při vyšších rychlostech je převod větší a to také přispívá ke směrové stabilitě vozidla.

7. Kontrola řízení a přední nápravy

Kontrola přední nápravy a řízení je důležitá pro bezpečnost jízdy. Nejlépe se kontrola provádí, je-li vozidlo zdviženo zvedákem. Při kontrole se zaměříme na upevnění přední nápravy, stav šroubů, dotažení šroubů a jejich zajištění, stav pevných částí a pohyblivých ramen, zda nejsou poškozena. Dále kontrolujeme činnost mechanismu

řízení, zda kola při plném rejdu nezachycují za pevné části karoserie nebo o brzdové hadičky. Prověříme stav kulových čepů řízení, stav upevnění a náplň převodky řízení, upevnění sloupku volantu a vůli volantu. Prověříme vůli rejdových svislých čepů a upevnění předních kol a těsnost ložisek. Nezapomeneme také prověřit činnost a stav posilovače řízení, které mají dnes všechna nová vozidla. Sbíhavost měříme optickým přístrojem. Kontrolu seřízení sbíhavosti může provádět pouze odborník. Při technické kontrole se mimo jiné provádí kontrola vůle řízení. Pokud je nevyhovující, nesplňuje podmínky pro provoz na pozemních komunikacích a je do odstranění závady dočasně vyřazeno z provozu.

8. Provozní hodnocení

Po konzultaci s vedoucím bakalářské práce jsem prováděl hodnocení řízení osobních automobilů stejné typové kategorie. Úkolem bylo zjistit rozdíly ve středním vnějším a vnitřním stopovém průměru zatáčení vozidla a porovnat naměřené hodnoty s hodnotami udávaných výrobcem. Pro měření jsem získal pět osobních automobilů, vyrobených v rozmezí let 1982 – 1991.

Zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení a průjezdnosti kruhovým obloukem silničních vozidel pro motorovou dopravu určuje ČSN 30 0552. Norma platí pro zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení dvou a vícestopých motorových vozidel a pro zjišťování šířky jízdního pruhu, potřebné pro průjezd motorového vozidla nebo jízdní soupravy kruhovým obloukem.

8.1 Místo měření

K měření jsem si vybral vhodnou plochu, která je v současné době využívána jako odstavná plocha pro nákladní automobily a jiná vozidla. Její povrch je vyasfaltován, bez zjevných nerovností či výtluků. Je volně přístupná, má obdélníkový tvar o rozměrech 30 x 50 metrů, tj. asi 1500m².



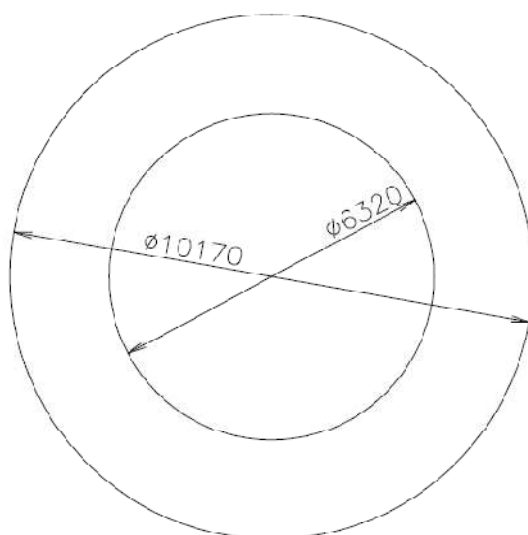
Místo provádění měření

8.2 Postup měření

Měření jsem prováděl vždy za sucha, aby byly podmínky stejné pro všechna vozidla. Na asfaltový povrch jsem si bílou křídou narýsoval pomocí dlouhého malířského pravítka rovnou přímku. Přední částí vozidla najel proškolený řidič tak, aby pravé přední kolo stálo přímo na přímce, kde jsem si udělal značku. Pak zařadil ve vozidle první rychlostní stupeň, otočil volantem naplno doleva a projel půlkruh rychlostí do 5km/hod. Jakmile pravé přední kolo protlo opět přímku, označil jsem místo zase značkou. Pak jsem změřil pomocí pásma vzdálenost mezi značkami a tím jsem zjistil vnější stopový průměr. Tento postup jsem zopakoval i pro levé zadní kolo, abych zjistil vnitřní stopový průměr vozidla. Řidič najel na připravenou přímku tak, aby levé zadní kolo tuto přímku protínalo. Zde jsem si udělal značku jinou barvou křídly. Řidič zařadil ve vozidle první rychlostní stupeň, otočil volantem na plno doleva a projel půlkruh rychlostí do 5km/hod. Jakmile levé zadní kolo protlo zase přímku, označil jsem i toto místo značkou. Změřil jsem pomocí pásma vzdálenost mezi značkami a tím jsem zjistil vnitřní průměr. Každé měření jsem provedl dvakrát, vždy se stejným výsledkem. Při opakování vozidlo najelo přesně na značku, kterou jsem označil při prvním měření. Stejným způsobem jsem postupoval při plném otočení volantu doprava. Naměřené hodnoty jsem zpracoval do tabulek. Z těchto jsem spočítal střední hodnoty vnějších a vnitřních stopových průměrů. Získané hodnoty jsem

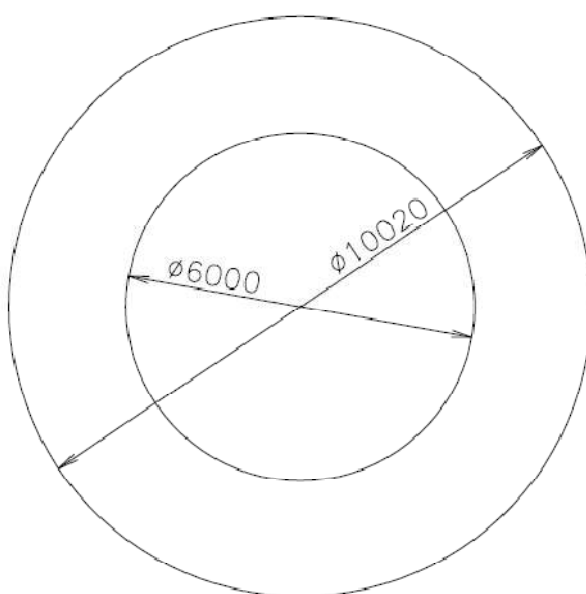
porovnával s údaji od výrobce. Pro ilustraci jsem u každého vozidla vytvořil obrázek se stopovými průměry zatočení vozidla do leva.

Škoda 105



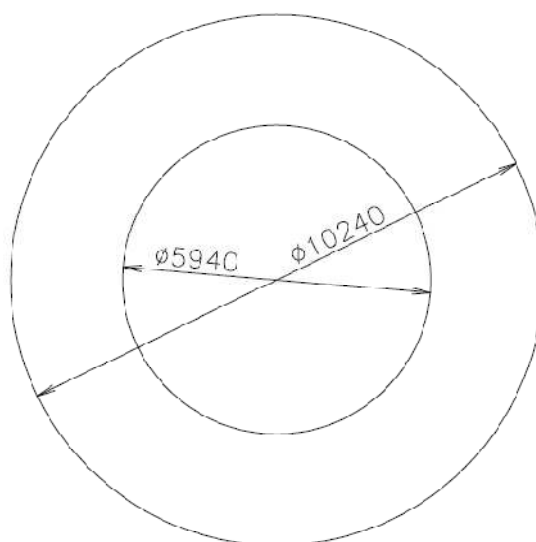
Tento automobil byl vyroben v roce 1982 v Mladé Boleslavi, jeho rozchod je 1320mm a rozvor je 2400mm. Převodka řízení je maticová. Vozidlo má najeto 76 000 Km. Automobil má už čtvrtého majitele, který musel provést opravu řízení. V době koupě, bylo ve velmi špatném technickém stavu. Vozidlo není garážované.

Škoda 120



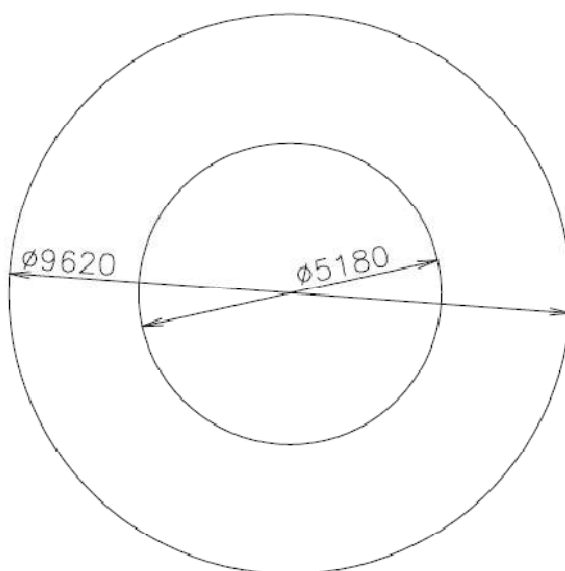
Tento automobil byl vyroben v roce 1984 v Mladé Boleslavi, jeho rozchod je 1400mm a rozvor je 2400mm. Převodka řízení je hřebenová. Vozidlo má najeto 146 000 Km. Současný majitel parkuje v garáži. Denně je v provozu.

Škoda 120



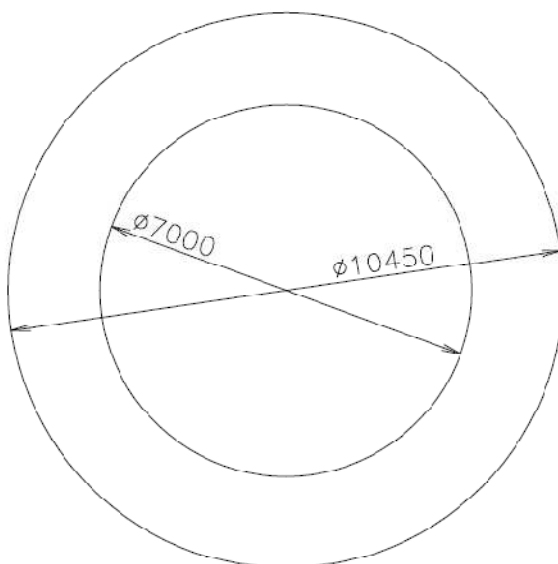
Tento automobil byl vyroben v roce 1985 v Mladé Boleslavi, jeho rozchod je 1400mm a rozvor je 2400mm. Převodka řízení je hřebenová. Vozidlo má najeto 180 000 Km. Majitel vlastní auto dva roky, vylepšuje jeho vzhled a technické vlastnosti.

Škoda 120



Tento automobil byl vyroben v roce 1987 v Mladé Boleslavi, jeho rozchod je 1400mm a rozvor je 2400mm. Převodka řízení je hřebenová. Vozidlo má najeto 190 000 Km. Druhý majitel. Auto se používá pouze k cestě do práce, odvozu materiálu na přívěsu. Údržba vozidla je minimální, v provozu zůstane patrně do další technické kontroly.

Škoda Favorit 136



Tento automobil byl vyroben v roce 1991 v Mladé Boleslavi, jeho rozchod je 1400mm a rozvor je 2450mm. Převodka řízení je hřebenová. Vozidlo má najeto 135 000 Km. Druhý majitel auto odkoupil od firmy, kde bylo využíváno jako služební. Musela být provedena generální oprava.

8.3 Tabulky z naměřenými hodnotami a hodnotami udávanými výrobcem:

Naměřené hodnoty při rejdu doleva				Hodnoty udávané výrobcem	
Vozidlo	Rok výroby	Stopové průměry (mm)			
		vnitřní	vnější	vnitřní (+/- 5%)	vnější(+/- 5%)
Škoda 105	1982	6320	10170	6600	10300
Škoda 120	1984	6000	10020	6600	10300
Škoda 120	1985	5940	10240	6600	10300
Škoda 120	1987	5180	9620	6600	10300
Škoda Favorit	1991	7000	10450	7100	10600

Naměřené hodnoty při rejdu doprava				Hodnoty udávané výrobcem	
Vozidlo	Rok výroby	Stopové průměry (mm)			
		vnitřní	vnější	vnitřní (+/- 5%)	vnější(+/- 5%)
Škoda 105	1982	6220	10070	6500	10200
Škoda 120	1984	5995	9920	6500	10200
Škoda 120	1985	5820	10100	6500	10200
Škoda 120	1987	5040	9500	6500	10200
Škoda Favorit	1991	6900	10300	7000	10500

Tabulka středních naměřených hodnot

Střední naměřené hodnoty při rejdu				Hodnoty udávané výrobcem	
Vozidlo	Rok výroby	Stopové průměry (mm)			
		vnitřní	vnější	vnitřní (+/- 5%)	vnější(+/- 5%)
Škoda 105	1982	6270	10120	6550	10250
Škoda 120	1984	5997,5	9970	6550	10250
Škoda 120	1985	5880	10170	6550	10250
Škoda 120	1987	5110	9560	6550	10250
Škoda Favorit	1991	6950	10375	7050	10550

Tabulka s procentuálními rozdíly:

Vozidlo	Rok výroby	Odchyly stopových průměrů v %			
		vnitřní		vnější	
Škoda 105	1982	-4,27	vyhovuje	-1,26	vyhovuje
Škoda 120	1984	-8,43	nevyhovuje	-2,73	vyhovuje
Škoda 120	1985	-10,22	nevyhovuje	-0,78	vyhovuje
Škoda 120	1987	-21,98	nevyhovuje	-6,73	nevyhovuje
Škoda Favorit	1991	-1,53	vyhovuje	-1,7	vyhovuje

9. Závěr:

Z předcházejících dvou tabulek nám vyplývá, že do odchylky středních stopových průměrů, kterou nám stanovil výrobce +/- 5% vyhovují pouze dvě vozidla. Škoda 105 díky kvalitní opravě řízení vyhovuje normě, i když je nestarší, má však nejméně ujetých kilometrů. Škoda Favorit, u kterého byla provedena celková generální oprava, včetně řízení a méně ujetých kilometrů než zbývající vozidla. Škoda 120 (rok výroby 1984) nevyhovuje pouze z vnitřního stopového průměru. Může to být způsobeno tím, že mělo pneumatiky jiných rozměrů než udává výrobce. Rovněž vysoký počet najetých kilometrů mohl mít vliv na nevyhovující hodnocení. Škoda 120 (rok výroby 1985) vykazovala téměř shodné znaky s předcházejícím vozidlem – jiný rozměr pneumatik, vysoký počet najetých kilometrů a byla u něj snížena výška vozidla úpravou přední nápravy. Škoda 120 (rok výroby 1987) měla najeto nejvíce kilometrů ze všech měřených vozidel, nevyhovuje jak ve vnitřním tak i ve vnějším stopovém průměru. Pravděpodobnou příčinou je únava zadních pružin.

10. Seznam použité literatury

Bambula, Oldřich et al.: *Učebnice pro autoškoly*. Praha: Naše vojsko, 1978. 409s.
ISBN 28-034-78

Gscheidle, Rolf et al.: *Příručka pro automechanika*. 2.vyd. Praha: Sobotáles, 2005.
652s. ISBN 80-85920-83-2

Matějka, Rostislav: *Vozidla silniční dopravy I*. 2 vyd. Bratislava: Alfa Bratislava, 1990.
213s. ISBN 80-05-00392-7

Terč, Miroslav: *Skripta silničních vozidel*. Ústí nad Orlicí, 2009 105s.

Vlk, František: *Automobilová elektronika 2*. Brno: František Vlk, 2006. 308s.
ISBN 80-239-7062-3

Vlk, František: *Automobilová technická příručka*. Brno: František Vlk, 2003. 791s.
ISBN 80-238-9681-4

ČSN 30 0552. *Zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení a průjezdnosti kruhovým obloukem silničních vozidel pro motorovou dopravu*. 1970

Poděkování:

Rád bych touto cestou srdečně poděkoval především Ing. Michalu Richtáři za vstřícnost, ochotu a pomoc podávanou po celou dobu zpracovávání mé bakalářské práce.